



agricultures  
tropicales en poche

# Le bananier plantain

Enjeux socio-économiques  
et techniques

Moïse Kwa et Ludovic Temple,  
coordinateurs



Quæ  
CTA  
Presses  
agronomiques  
de Gembloux



## 4. Innovations dans les systèmes de culture et de production

Les agriculteurs qui cultivent du plantain pratiquent différentes combinaisons (association, rotations) de cultures avec le plantain; elles sont issues des apprentissages historiques, des migrations humaines et des contraintes dans lesquelles ils se situent. Ces combinaisons s'observent à plusieurs échelles : la parcelle, l'exploitation, l'écosystème (bassin versant, zone écologique précise). On parle alors de «système de culture» pour qualifier les dispositifs de plantation et de succession des cultures dans le temps au sein du même espace.

En relation avec la configuration d'un système de culture, l'agriculteur peut utiliser des intrants produits sur l'exploitation (fertilisation organique,...) ou achetés (pesticide, herbicide, engrais) ainsi que des équipements techniques. Il mobilise donc du travail et de la terre. Les intrants et les équipements sont des *inputs* de la production. On appelle «système de production» une forme stabilisée et cohérente d'organisation de la production (intrants, terre, travail) qui qualifie la nature et le niveau d'usage de différents *inputs* et du travail. Ces formes d'organisations sociales de la production structurent ainsi des combinaisons de facteurs que l'on peut qualifier de modes de production et que les économistes étudient avec des fonctions de production. Les fonctions de production formalisent les modes de gestion de l'entreprise agricole suivant différentes formes d'agriculture (extensive, intensive, biologique, durable, écologique, etc.) pratiquées au sein de l'exploitation. Cette dernière peut être réduite à une parcelle (grande ou petite), ou couvrir un ensemble de parcelles ou même un territoire. Le système de production intègre donc les dimensions biologiques, physiques, socio-économiques, anthropologiques qui génèrent la production agricole. Ce chapitre analyse les spécificités des systèmes de culture et de production du bananier plantain et les principales dynamiques d'innovations.

### Systèmes de culture

Le système de culture intègre la combinaison des cultures en présence, leur ordre d'introduction et leur position dans le dispositif de la



parcelle, et les techniques culturales mises en œuvre. Les producteurs ont des gestes techniques qui attestent une certaine logique et la maîtrise des espèces plantées et des itinéraires culturels qui leur sont familiers. Plusieurs systèmes de cultures peuvent se retrouver au sein d'une exploitation. L'unité d'analyse privilégiée d'un système de culture est la parcelle (grande ou petite). L'amélioration des connaissances sur le fonctionnement du bananier, ses particularités, les maladies et ravageurs, et les systèmes techniques sont un levier central des processus d'innovations que peut générer la recherche (scientifique, technique). Deux principaux systèmes de cultures dominent la gamme des associations et des rotations culturales dans lesquelles s'insèrent les plantains : multi-espèces et monoculture.

## ▮ Système multi-espèces dans un champ ou dans une exploitation

Dans la plupart des zones de production paysannes en Afrique de l'Ouest et du Centre, ces systèmes sont majoritaires. Ils sont caractérisés par leur complexité : plusieurs cultures associées, des arrangements spatiaux irréguliers (mais généralement pensés), des cultures incompatibles *a priori* dans le même espace (mais justifiées du point de vue paysan), des superficies généralement faibles, etc.

Ces systèmes concernent entre 75 et 90 % des agriculteurs. Les champs couvrent plus souvent entre 0,2 et 1 ha et un agriculteur peut en avoir deux à quatre.

Le nombre de cultures associées au plantain varie entre 5 et 30. Cette pratique est courante en Afrique, aux Antilles et en Amérique. Pour l'illustrer, des exemples au Cameroun, au Congo, au Gabon en Côte d'Ivoire, aux Antilles et en Guinée sont présentés.

### Identification et représentativité des espèces associées dans différents contextes de production

#### *Cas du Cameroun*

Différentes spéculations (> 30) sont associées au plantain dans les champs. Leur fréquence (entre moins de 10 % et 90 %) dans les champs varie en fonction des zones agro-écologiques. À l'issue d'une enquête en 2007, on relève : macabo, présent dans 35 % de champs en zone monomodale (zone 1) et dans 90 % de champs en zone bimodale (zone 2) ; cacaoyer, 18 % en zone 1 et 57 % en zone 2 ; manioc, 12 % en



zone 1 et 45 % en zone 2 (tableau 4.1), etc. Ces variations démontrent la complexité des approches paysannes en fonction de l'écologie des zones et de leurs peuplements.

Au Cameroun, chaque combinaison observée sur les parcelles résulte de l'optimisation par le producteur des moyens disponibles (terre, disponibilité des rejets, travail, capital), des objectifs de sécurité alimentaire, de la perception des risques, des connaissances et compétences dans la maîtrise de la culture. On trouve des combinaisons avec uniquement des cultures vivrières, mais aussi des combinaisons de cultures vivrières avec des cultures fruitières arborescentes, des cultures vivrières avec des essences forestières ou d'autres cultures pérennes comme le cacaoyer et le caféier principalement (agroforêts) (Kwa *et al.*, 2009).

Dans les périmètres urbains, le plantain est associé avec des cultures légumières (morelle, amarante, tomate, gombo, aubergine, etc.) ou avec certaines plantes fruitières (ananas, papayer, etc.). Les producteurs testent dans leur environnement proche tout ce qui peut apporter un revenu complémentaire aux bananiers. Ainsi, de nouvelles cultures sont introduites progressivement dans les associations tant qu'elles présentent un intérêt économique.

### *Cas du Congo*

Au Congo, une vingtaine d'espèces ont été trouvées dans les cultures associées. Dix-huit d'entre elles sont régulièrement associées au bananier plantain. Comme c'est le cas au Cameroun, ces associations sont variées et diversifiées. Elles peuvent comporter entre deux et huit spéculations différentes.

Des travaux en cours évaluent les meilleurs arrangements spatiaux avec les cultures vivrières ainsi que l'impact de ces associations sur le rendement du plantain et le contrôle du parasitisme. Certaines plantes associées au plantain contribuent au contrôle du charançon noir du bananier. D'autres associations réduisent la nuisance des nématodes par leur statut de culture non hôte de ce nuisible.

### **Jardin de case et associations du plantain aux cultures vivrières dans différents pays**

Les systèmes multi-espèces présentent des variantes, surtout dans le nombre d'espèces associées et les raisons de ces associations. On en trouve des «fourre-tout», sans organisation précise, et d'autres assez stratifiés et/ou mieux organisés.

**Tableau 4.1.** Variations de quelques spéculations associées au plantain et fréquences dans deux zones agro-écologiques au Cameroun. (Kwa *et al.*, Rapport Reparac, 2009)

Zone à pluviométrie monomodale				Zone à pluviométrie bimodale			
Spéculations	Nombre de champs (%)	Spéculations	Nombre de champs (%)	Spéculations	Nombre de champs (%)	Spéculations	Nombre de champs (%)
Macabo	35,3	Poivrier	11,8	Macabo	90,0	Haricot	11,0
Cacaoyer	17,7	Igname	11,8	Cacaoyer	55,6	Igname	44,4
Piment	11,8	Concombre	56,0	Piment	44,4	Safoutier	11,0
Caféier	17,7	Gombo	6,0	Maïs	44,4	Agrumes	33,0
Manioc	11,8	Avocatier	6,0	Manioc	44,4	Pistache	11,0
Palmier	23,5	Maïs	6,0	Cocotier	11,0	Palmier	22,2
Papayer	11,8	Taro	6,0	Papayer	22,2	Taro	11,0



**Le jardin de case** est installé autour ou à proximité des maisons d'habitation ou des campements. Ses caractéristiques sont liées aux besoins et aux habitudes alimentaires des populations. C'est l'un des plus anciens systèmes de production vivrière, c'est aussi le reflet des traditions et de l'héritage culturel des populations. Par exemple, le jardin créole est le reflet de la culture créole, mélange d'influences amérindiennes, européennes, africaines, etc.

Le «jardin de case» est un moyen rapide d'accéder à certains produits importants d'utilisation quotidienne : plantes aromatiques, plantes médicinales, variétés de plantes en voie d'extinction et qu'on ne voudrait pas perdre, produits vivriers de base, arbres fruitiers très appréciés des enfants et/ou de la famille et essentiels pour la santé, nouveautés obtenues auprès de connaissances à tester avant de planter dans un champ en forêt, etc. Très souvent, les jardins de case bien établis présentent une très grande diversité. La taille de ces jardins est variable et dépend de la dynamique des familles et de la disponibilité en surface.

Dans les villages en Afrique et dans les Caraïbes (Boyer *et al.*, 2014) ainsi que dans les villes, les jardins de case peuvent couvrir : quelques mètres carrés (30 à 100 m<sup>2</sup> à l'intérieur de la concession selon l'espace disponible) ; plusieurs centaines de mètres carrés dans les villages autour des maisons (150 à 800 m<sup>2</sup>), ou plus dans des jardins à proximité des maisons non attenants à la concession (1 000 à 2 000 m<sup>2</sup>).

Aux Antilles et en Guyane, les jardins créoles, bien que considérés comme des garde-manger de la famille, couvrent généralement des superficies de moins de 200 m<sup>2</sup> (parfois jusqu'à 3 000 m<sup>2</sup>) et peuvent contenir plus de 12 espèces végétales herbacées, arbustives et arborées.

Ces jardins sont la plupart du temps entretenus par les femmes. L'association du plantain à des cultures vivrières est très souvent une initiative liée à l'activité des femmes au champ. Le plantain est une spéculation importante, mais les vivriers y sont dominants. La densité de plantain est donc faible (entre 100 et 800 pieds/ha).

Les principales cultures vivrières associées dépendent des pays, des habitudes alimentaires (valeurs ethniques), des milieux écologiques et des bassins de production. Quatre groupes de cultures (vivriers, fruitiers, cultures de rente et espèces forestières domestiquées) rassemblant au total près d'une cinquantaine d'espèces, ont été identifiés dans les jardins de case et les jardins créoles.

**Pour les cultures vivrières :** arachide (*Arachis hypogea*), amarante (*Amaranthus* sp.), aubergine (*Solanum melongena*), banane (*Musa* sp.),



canne à sucre (*Saccharum officinarum*), concombre (*Cucumis sativus*), courges (*Cucumis* spp.), gingembre (*Zingiber officinalis*), gombo (*Hibiscus esculentus*), haricot (*Phaseolus vulgaris*), igname (*Dioscorea* spp.), macabo (*Xanthosoma sagittifolia*), maïs (*Zea mays*), manioc (*Manihot esculenta*), melon (*Cucumis melo*), morelle noire (*Solanum nigrum*), niébé (*Vigna unguiculata*), oignon (*Allium cepa*) oseille (*Rumex acetosa*), patate douce (*Ipomea batata*), piment (*Capsicum frutescens*), pistache (*Cucumis marli*), poivron (*Capsicum annuum*), soja (*Glycine max*), taro (*Colocasia esculenta*), tomate (*Solanum lycopersicom*), voandzou (*Voandzeia subterranea*), autres cultures maraîchères, etc.

**Pour les fruitiers** : avocatier (*Persea americana*), les agrumes (*Citrus* spp.), ananas (*Ananas comosus*), cocotier (*Cocos nucifera*), papayer (*Carica papaya*), manguier (*Mangifera indica*).

**Pour les cultures de rente** : cacaoyer (*Theobroma cacao*), caféier (*Coffea canephora*), palmier (*Elaeis guineensis*), hévéa (*Hevea brasiliensis*), poivrier (*Piper nigrum*).

**Pour les espèces forestières domestiquées** : safoutier (*Dacryodes edulis*), colatiers (*Cola acuminata* et *Cola nitida*), etc.

Les variations des choix et des fréquences entre les zones soulignent l'importance de prendre en compte les valeurs ethniques, ethnobotaniques et socio-culturelles dans les études des associations culturelles.

Au Congo, plus d'une dizaine de cultures vivrières et plusieurs cultures maraîchères se retrouvent dans les associations. Les combinaisons inventoriées varient en fonction des départements. Les associations vivrières ont entre deux et huit spéculations différentes. Les départements du Kouilou, du Niari et de la Bouenza ont les exploitations les plus diversifiées (entre six et huit cultures vivrières dans les parcelles).

Au Gabon, au moins 21 cultures différentes ont été inventoriées dans les plantations ayant des cultures associées. Ce sont (sans ordre d'importance *a priori*) : ananas, arachide, arbres fruitiers, aubergine, canne à sucre, épinard, gombo, igname violette, légumes, maïs, manioc, morelle noire, oseille, patate douce, piment, piment sauvage, plantain, tabac, tomate, taro. Les six cultures les plus importantes retenues par les planteurs gabonais de la province du Woleu Ntem sont par ordre d'importance : 1. manioc, 2. banane, 3. arachide, 4. canne à sucre, 5. maïs, 6. ananas. Les bassins du Woleu Ntem et de la Raimboe développent la culture de bananier plantain dont certaines parcelles en culture pure. Dans la majorité des cas, les cultures sont associées et les choix sont





faits selon les préférences régionales. Les cultures fruitières et d'autres cultures d'intérêts économiques (tomate, hévéa, cacao) sont en cours d'introduction active dans certains bassins de production.

En Côte d'Ivoire, les cultures vivrières associées au plantain sont généralement valorisées dans le cadre des rotations culturales, notamment en tête de rotation. Ces cultures sont : l'arachide, l'igname, les légumes, le maïs, le riz (tableau 4.2).

Les rotations ici concernent le mode de succession des cultures dans la même parcelle. Par exemple en pays baoulé, les cultures d'entrée dans la parcelle sont l'igname et le bananier. Après récolte de l'igname, il ne reste sur la parcelle que le bananier. Puis, après un certain nombre de cycles d'exploitation des bananiers, on replante sur la même parcelle de l'igname. L'association bananier et igname n'est possible que la première année (en tête de rotation).

**Tableau 4.2.** Cultures vivrières associées au plantain dans les rotations en Côte d'Ivoire. (Source : Perrin, 2015)

Cycles de rotations	Zone concernée
Igname + bananier // bananier // bananier // bananier // bananier // igname	Pays Baoulé
Riz + bananier + légumes	Pays Dida – Divo
Igname + bananier // banane + cacaoyer // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // cacaoyer	Zones cacaoyères
Maïs + bananier // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // cacaoyer	Zones cacaoyères
Arachide + bananier // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // cacaoyer	Zones cacaoyères
Riz + bananier // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // bananier + cacaoyer // cacaoyer	Zones cacaoyères

En zone cacaoyère ivoirienne, le maïs et le bananier sont introduits en même temps en 1<sup>re</sup> année. Après récolte du maïs, on introduit dans la même parcelle du cacaoyer. Ces deux cultures restent associées pendant quelques cycles (trois ou quatre), puis le bananier disparaît ; seul le cacaoyer restera dans la parcelle. Dans ce cas, il y a deux associations successives (bananier-maïs, et bananier-cacaoyer), puis la culture pure du cacaoyer. Les cultures souvent associées au bananier





en première année peuvent rester plus longtemps ou y être réintroduites tant qu'aucune plante pérenne n'est introduite (voir le cas de la succession riz – bananier – légumes, tableau 4.2).

Dans l'exemple de la Côte d'Ivoire, les associations avec le bananier sont possibles à la première mise en valeur de la parcelle, puis au cours des trois ou quatre ans suivants après introduction des cacaoyers.

En Guinée (Conakry), les principales cultures vivrières associées au bananier plantain sont : des bananes dessert, des bananes à cuire, des haricots, du manioc, du riz. Souvent en deuxième année, on peut introduire de la patate douce dans le dispositif. Ces associations sont préférentiellement réalisées en Guinée forestière. Toutefois, ces dernières années, de nouvelles expériences sont conduites notamment en Guinée maritime avec de nouvelles cultures comme le concombre, le niébé, la pastèque, le piment.

On note donc une plus grande diversité de cultures vivrières associées au plantain au Cameroun (au moins 18 cultures) qu'au Gabon et au Congo (une dizaine), en Côte d'Ivoire (5 spéculations) et en Guinée (5 ou 6 spéculations). Les systèmes «bananier plantain – cultures vivrières» sont modulables en fonction des populations, des habitudes alimentaires, des aspirations économiques, des potentialités naturelles et du dynamisme des populations locales. La biodiversité dans les systèmes plantains en association avec des cultures vivrières suit un gradient décroissant de l'Afrique centrale vers l'Afrique de l'Ouest. Des échanges scientifiques entre la sous-région Afrique centrale et la sous-région Afrique de l'Ouest devraient être amplifiés : un certain nombre de variétés de plantain actuellement utilisés ('Bâtard', 'French', 'FHIA 23', 'CRBP 39', différentes bananes à cuire, etc.) ont été introduites en Afrique de l'Ouest à travers des actions de partenariat entre les Centres régionaux et internationaux de recherche (CRBP, Carpap, IITA) et les institutions nationales de recherche de cette sous-région.

On peut constater que beaucoup de producteurs procèdent par des «essais-erreurs» pour faire évoluer leurs pratiques. Cependant des essais ont été conduits ces dernières années dans quelques pays sur des associations binaires de plantain avec du manioc ou du niébé, du maïs, de la patate douce. Le plantain est chaque fois considéré comme la culture principale. En Afrique, il a été démontré que les cultures intercalaires, à l'exception du niébé, ont une action négative sur la production du plantain. Ce point demeure important, car on note par exemple qu'une association comme celle du bananier plantain avec du manioc continue à être pratiquée par beaucoup de planteurs.



En outre, comme le soulignent par ailleurs Camara *et al.* (2010), il est nécessaire de réaliser un diagnostic agronomique précis des systèmes vivriers en place pour mieux comprendre les cycles de reconstitution de la fertilité du sol.

Des expérimentations appropriées devraient être conduites afin d'améliorer les connaissances des producteurs.

### **Les associations de culture multi-espèces**

Deux grands types d'associations multi-espèces avec le bananier peuvent ainsi être définis : l'association « plantain-cultures alimentaires » et l'association « plantain-plantes pérennes ». Le premier type présente une seule modalité, et le deuxième est décliné en cinq variantes.

#### *Association du plantain et des cultures alimentaires*

Le plantain est très souvent associé à une gamme très large de plantes vivrières destinées à l'alimentation des populations. Cette forme d'association peut contenir des « binômes » compatibles (pas de concurrence sur les besoins nutritionnels) ou contenir une grande diversité d'espèces végétales plantées dans une parcelle sans souci préalable de compatibilité. Les densités et les modalités d'association sont également très variées, avec des fonctions très différentes allant de la complémentarité technique dans les systèmes de culture (gestion de la fertilité ou de l'ombrage) aux simples bornages de parcelles (riz). Ces fonctions peuvent aussi concerner l'optimisation des calendriers de travaux ou alimentaires. Selon le milieu exploité, le plantain se trouve associé aux racines tubérisées (manioc), aux tubercules (macabo, taro, patate douce, igname, etc.) aux légumineuses (arachide, voandzou, haricot, niébé, soja, 'Ngon', etc.), à certaines céréales (maïs, riz, etc.), aux plantes légumières utilisées en cultures maraîchères (amarante, aubergine, gombo, morelle, piment, poivron, tomate, etc.).

N.B. Les parcelles destinées à cette forme d'association sont souvent déjà bien ouvertes avec très peu d'ombrage. Lorsqu'elles sont installées pour la première fois en zone de forêt, les parcelles concernées sont généralement nettoyées par le brûlis.

#### *Association du plantain et des cultures pérennes*

Ce système peut se décomposer en cinq modes d'association dominants.

*Plantain et cultures de rente : cacaoyer, caféier, hévéa, palmier, poivrier*

Les cultures de rente considérées ici sont : cacaoyers, caféiers, hévéas, palmiers, poivriers. La notion de culture de rente renvoie à son rôle



principal comme culture générant des ressources monétaires aux niveaux de l'exploitation ou de l'État. Le plantain dans ces associations a un rôle complémentaire secondaire. Cette forme d'association est présente dans toutes les zones de présence de plantain où ces cultures de rente se sont développées. Une fonction principale du plantain avec le cacaoyer est souvent de servir d'ombrage aux jeunes plants pendant deux à trois ans avant de disparaître. Le plantain fournit alors les revenus permettant d'attendre l'entrée en production de la plantation principale. Il peut être associé aussi aux jeunes plantations de caféiers, d'hévéas, de palmiers à huile, de poivriers. Certains dispositifs de plantation (voir écartements plus grands) permettent aussi de maintenir le bananier plus longtemps dans l'association.

### *Plantain et cultures fruitières*

Le plantain est aussi associé à diverses espèces fruitières pérennes ou semi-pérennes : ananas, cocotier, papayer, agrumes, avocatier, kolatier, manguier, safoutier, et autres (ramboutan, corossolier,...). Les combinaisons et le système technique sont variables selon les localisations et les agriculteurs. Avec les ananas, les bananiers sont souvent placés autour d'un carré de monoculture d'ananas. Avec les papayers, ils sont plutôt placés en intercalaire. Pour tous les autres fruitiers, les arrangements spatiaux sont variables en fonction du type d'arbres et de la fonction économique du plantain (revenu de contre-saison) dans l'association à la culture fruitière (agrumes, ananas, papayer). Le plantain peut ainsi être associé dans des systèmes agroforestiers complexes.

### *Plantain, cultures de rente et cultures fruitières*

Le plantain se retrouve au sein de mélanges d'arbres fruitiers (agrumes, avocatier, corossolier, kolatier, manguier, etc.) ou de plantes fruitières (ananas, papayer, etc.) avec des cultures de rente (cacaoyer, caféier, hévéa, palmier à huile). Dans certaines régions, cette association connaît un développement rapide ces dernières années, du fait qu'elle offre plus de possibilités de rentrées financières régulières et plus de flexibilité, notamment avec les cultures fruitières dont les saisons de production sont variées (papayer, agrumes, ananas). Les plantains sont plantés soit en intercalaire, soit en corridor autour des cultures de rente associées aux cultures fruitières. Ce type d'association a été observé dans plusieurs zones de production en Afrique de l'Ouest et du Centre.

Par exemple, en Guinée maritime, on a recensé des associations banane plantain – kolatier – manguier - avocatier – palmier ; en Guinée forestière, bananier – banane plantain – caféier – cacaoyer – kolatier – palmier naturel – hévéa.



### *Plantain et arbres forestiers*

Le plantain a souvent été utilisé comme une des premières plantes permettant la mise en culture d'une forêt car il peut supporter un léger ombrage. Pour installer ce type d'association (arbres forestiers et plantain), le plantain est introduit après abattage sélectif d'arbres en laissant sur pied différentes essences forestières connues, ayant des propriétés médicinales et/ou nutritionnelles, des usages culinaires ou industriels. En cas de faible présence d'essences forestières utiles, ces dernières peuvent être réintroduites à partir des pépinières de domestication. Ce type d'agroforesterie permet de réduire les formes d'exploitations intensives et destructrices de la biodiversité. Ce modèle d'association joue donc un rôle important dans la conservation des ressources génétiques d'origine forestière.

### *Plantain, cultures vivrières et plantes pérennes*

En raison de la diminution des espaces exploitables dans les zones de production, de l'éloignement de certaines terres vierges intéressantes et de la faible capacité d'investissement des agriculteurs, on constate une progression significative dans la création des plantations polyvalentes associant plantain, plantes pérennes et vivrières. En plus des cultures alimentaires (voir le type d'association plantain-cultures alimentaires), le planteur exploite des plantes pérennes de rente ou fruitières et/ou des essences forestières diverses. Les dispositifs de plantation peuvent être sans logique d'occupation de l'espace, par exemple dans le cas de terrains litigieux ou en phase de densification rapide en vue d'un bornage. Ils peuvent être aussi organisés en fonction du niveau de compétence, de la formation, des informations issues des bases de données reçues par les planteurs ou du capital social constitué par l'héritage familial.

Ce système présente globalement la plus grande diversité d'espèces. Le degré de complexité final est atteint après plusieurs années d'introductions successives. Bien géré, ce système peut être exploité en continu.

## **■ Monoculture de plantain**

La monoculture de plantain concerne en moyenne 10 % des superficies de plantain dans différentes zones de production en Afrique centrale (Kwa *et al.*, 2007; 2014).

Les bananeraies de plantain sont rarement monovariétales. Elles comprennent très souvent entre deux et six variétés, mais elles peuvent dans certaines situations exceptionnelles associer plus d'une dizaine de variétés sur une même parcelle (cas de certains planteurs expérimentateurs).



N.B. : La plupart des plantations de plantain en monoculture en zone de forêt ont été installées après brûlis de la parcelle. Cette pratique constitue une faiblesse pour les monocultures, car elle conduit à un appauvrissement rapide des sols, surtout en zones de forte pluviosité. Mais la sensibilisation progressive des agriculteurs sur les dégâts occasionnés par le brûlis a conduit à une réduction de cette pratique dans certains bassins de production où les planteurs sont conseillés sur les approches plus écologiques.

Cette diversité variétale peut être expliquée par le manque de disponibilité de matériel végétal homogène dans une seule variété aux moments des plantations. C'est aussi parfois le choix des agriculteurs en relation avec leurs habitudes alimentaires [en raison des caractéristiques organoleptiques et physiques (pulpe ferme ou molle) de certaines variétés], ou des événements culturels rituels (certaines variétés sont associées à des rites traditionnels spécifiques). Une autre cause intentionnelle de cette diversité variétale peut être la gestion des risques phytosanitaires en relation avec la pression de certaines maladies, et l'accroissement des instabilités climatiques.

Considéré comme plus productif que le système de cultures associées, le système de conduite en monoculture a aussi de nombreux inconvénients : forte consommation d'engrais et de pesticides pour maintenir la production et la productivité, risques de nuisances environnementales à travers les résidus des pesticides et des pollutions diverses (air, sol, nappe d'eau, etc.). Souvent conduit sur sol nu, il y a d'importantes pertes de sol et d'éléments fertilisants pendant les périodes pluvieuses. Toutefois, le développement de nouvelles techniques utilisant « les plantes de service » peut permettre de réduire l'impact négatif des pluies sur le sol.

Ce système a une très faible résilience, sa durabilité ayant été presque toujours maintenue à l'aide de fumures massives et de traitements phytosanitaires – dont l'absence entraînerait une baisse importante de la production et l'abandon des parcelles après trois années de culture.

### ■ Densités pratiquées dans les systèmes de culture traditionnels à base de plantain

Globalement, plus de 30 % des producteurs pratiquent un écartement de 3 m × 3 m (tableau 4.3). Dans 67 % de cas cet écartement est le plus utilisé au Cameroun, au Congo, en République démocratique du Congo, au Togo. On pratique un écartement de 5 m × 6 m (20 % des cas) au Bénin, de 3 m × 2 m au Ghana (65 %). Dans l'ensemble des pays, le deuxième écartement le plus pratiqué est de 4 m × 4 m (13,2 % en moyenne).



L'écartement standard (3 m × 2 m) recommandé par la recherche couvre seulement 13 % des parcelles en Afrique de l'Ouest et du Centre.

Toutefois, les planteurs n'appliquent pas rigoureusement les densités recommandées par la recherche-développement. Des improvisations raisonnées pourraient donc être à l'origine de ces multiples écartements et densités qui seraient plus en relation avec le choix des plantes associées dans les plantations. Également, lorsque les planteurs ont pris du retard dans la mise en place d'une activité (création de la bananeraie par exemple), ils se soucient généralement peu des protocoles (alignement, espacement, bonne trouaison, etc.). Les unités de mesure deviennent alors le nombre de pas, le coup d'œil, le *feeling*, etc.

**Tableau 4.3.** Densités pratiquées en Afrique de l'Ouest et du Centre et leur importance relative. (Kwa *et al.*, 2014).

Écartements	Densités (plants/ha)	%	Pays
3 m × 3 m	1 111	30,2	Bénin, Cameroun, Congo, Ghana, République démocratique du Congo, Togo
4 m × 4 m	625	13,2	Bénin, Cameroun, Congo, Ghana, République démocratique du Congo, Togo
3 m × 2 m	1 667	12,8	Bénin, Cameroun, Ghana
2 m × 2 m	2 500	9,4	Bénin, Cameroun, Congo, Ghana, République démocratique du Congo, Togo
2,5 m × 2,5 m	1 600	6,8	Bénin, Cameroun, Congo, République démocratique du Congo, Togo
5 m × 5 m	400	6,7	Bénin, Cameroun, Congo, Ghana, République démocratique du Congo, Togo
4 m × 3 m	833	5,1	Bénin, Cameroun, Congo, République démocratique du Congo, Togo

Les densités allant de 1 600 à 4 400 pieds/ha seraient plus utilisées pour les monocultures de plantain, tandis que les densités plus faibles allant de 100 à 1 100 pieds/ha sont pratiquées dans les systèmes de cultures associées. En Guinée par exemple, dans les associations avec les cultures vivrières les densités de plantain sont de 600 à 800 pieds/ha. Lorsque les densités de plantain sont comprises entre 100 et 625 pieds/ha, il peut s'agir plus spécifiquement des associations bananiers plantain-cultures vivrières-cultures pérennes ou des associations plantain-cultures fruitières-cultures de rente ou de plantain-cultures pérennes. Pour les associations plantain-caféier-cacaoyer-kolattier-cultures pérennes, on observe généralement des densités de bananier plantain allant de 100 à 150 plants/ha.



Considérant l'ensemble des densités inventoriées au sein des exploitations paysannes et pour avoir une meilleure lisibilité des pratiques, une typologie à cinq variantes (tableau 4.4) a été définie. Il en ressort que plus de 62 % des exploitations pratiquent des densités faibles à moyennes, ce qui limite la productivité du bananier plantain, malgré de bons régimes produits. Le module de formation sur la conduite de la bananeraie (choix du terrain, préparation de la parcelle, choix des variétés, mise en terre, fertilisation, gestion des maladies et des ravageurs, etc.) devrait contribuer à l'amélioration des choix de densités en fonction des objectifs de production.

**Tableau 4.4.** Typologie des densités et leur représentativité en Afrique de l'Ouest et du Centre. (Kwa *et al.*, 2014)

	Densité faible : de 69 à 850 plants/ha	Densité moyenne : de 1 000 à 1 400 plants/ha	Densité standard : de 1 600 à 2 000 plants/ha	Densité élevée : de 2 500 à 10 000 plants/ha	Autres densités
% de champs	27,4	35,5	21,6	10,7	4,8

Avec des densités faibles, ce qui suppose de grands écartements entre les bananiers, le planteur doit cibler un complément de cultures compatibles avec les bananiers pour valoriser les espaces entre les plantes et optimiser l'usage de la terre. Associés à une bonne gestion de l'espace, les apports de la gestion intégrée de la fertilité et des aspects de lutte intégrée contre les maladies et ravageurs (*Integrated Pest Management*) devraient conduire à une amélioration de la productivité des parcelles concernées. Également, des recherches sur de nouveaux arrangements des cultures associées optimisant les traits fonctionnels permettront aussi d'affiner les écartements et les densités dans les associations à base de plantain.

## Innovations pilotées par les systèmes de cultures

### ■ Plantes de services dans les associations avec des bananiers plantain

Une plante est dite «de service» lorsqu'elle apporte à une culture principale d'un agrosystème un ou plusieurs services écosystémiques : contrôle de mauvaises herbes, régulation des bioagresseurs, contribution





à l'amélioration de la fertilité et de la stabilité des sols par apport de matière organique et/ou d'éléments fertilisants, etc. Les systèmes de cultures de bananier plantain d'Afrique sont des agrosystèmes généralement plurispécifiques qui contiennent donc une forte biodiversité. Quand le plantain est considéré comme la plante principale, différentes plantes associées peuvent jouer un rôle de « plante de service » sans toutefois être reconnues dans ces fonctions. Dans les agrosystèmes où le plantain est une culture secondaire, il peut lui aussi devenir une plante de service potentielle auprès de la plante principale.

Ce concept a induit l'étude des traits fonctionnels des cultures en présence dans les associations (port, surface foliaire, ramification et profondeur d'enracinement, etc.), mais aussi de leurs besoins nutritionnels et de leurs phases critiques, afin de pouvoir comprendre et expliquer les raisons qui pourraient justifier les associations pratiquées par les agriculteurs. L'étude des traits fonctionnels des cultures en présence dans les associations permettra d'identifier leurs services écosystémiques possibles dans chaque cas; elle permet aussi de découvrir la logique des associations pratiquées par les agriculteurs. La hiérarchisation des services identifiés peut orienter la simplification et l'optimisation de l'association en tenant compte des contributions réelles et potentielles des cultures en présence à travers leurs traits fonctionnels.

Les avancées actuelles sur les plantes de service portent essentiellement sur des plantes susceptibles d'être introduites dans les bananeraies (tableau 4.5). Le nombre de plantes de service identifiées est faible : *Pueraria phaseolides*, *Catharanthus roseus* (pervenue de Madagascar), *Stylosantes gracilis*, *Brachiaria* sp., etc. Elles sont généralement utilisées ou testées dans les monocultures (cas de *Brachiaria* testé au Cameroun et au Gabon dans les bananeraies dessert et avec du plantain). *Catharanthus roseus* et *Pueraria phaseolides* semblent plus utilisés aux Antilles.

Des travaux récents (2012 à 2016) effectués au Cameroun et le suivi des parcelles d'expérimentation en milieu paysan ont permis d'inventorier quelques plantes potentielles (*Chromolaena odorata*, *Mimosa invisa*, *Asystasia gangetica*) et diverses plantes légumières susceptibles d'être valorisées comme plantes de service. Elles ont été identifiées dans des bananeraies locales (surtout *Chromolaena*, *Asystasia*, quelques plantes légumières), mais aussi dans les jachères (*Chromolaena*, *Mimosa*, *Asystasia*, etc.). Quelques traits fonctionnels ont été étudiés (capacité de couverture du sol, contribution aux apports minéraux et organiques, abondance et fréquence, etc.). Ces plantes font déjà partie des



pratiques des agriculteurs qui, après récolte des vivriers, les tolèrent dans les champs pour leur capacité à améliorer la porosité du sol par leur système racinaire ainsi que leur contribution à l'enrichissement en matière organique. En outre, elles empêchent la prolifération d'autres adventices plus difficiles à contrôler. Elles ne sont pourtant pas considérées comme des plantes de service, une notion que les agriculteurs ne connaissent pas *a priori*. La recherche a donc un intérêt stratégique à développer aussi des travaux sur les plantes de service dans les systèmes de cultures de bananiers traditionnels.

**Tableau 4.5.** Plantes de service utilisées et potentielles. (Chauvin, 2015; Chabrier *et al.*, 2005; Dammour *et al.*, 2014; Rapports d'essais divers, Coraf-Plantain, 2012-2014, Projet MAB Fertilité des bananeraies, 2016-2017)

Plantes utilisées	Situation	Plantes potentielles	Situation
<i>Pueraria phaseolides</i>	En cours de validation	<i>Chromolaena odorata</i>	Études partielles de traits fonctionnels dans les associations
<i>Stylosantes gracilis</i>	En cours de validation	<i>Mimosa invisa</i>	
<i>Catharanthus roseus</i>	En cours d'utilisation	<i>Asystasia gangetica</i>	
<i>Brachiaria</i> sp.	En cours de validation	Plantes légumières diverses	

## ■ La culture du bananier plantain en touffe

C'est une pratique assez répandue dans les systèmes traditionnels de culture du bananier plantain. Le planteur laisse se développer plusieurs rejets sur chaque souche. Les touffes semblent plus stables en comparaison des chutes multiples observées dans les bananeraies œilletonnées malgré le tuteurage ou le haubanage.

Les densités pratiquées dans les champs sont plus faibles à la plantation (400-500 pieds/ha). Plus tard, elles peuvent atteindre ou dépasser 3000 à 4000 pieds/ha suite au développement des touffes (Kwa *et al.*, 2007; 2014).

Les touffes ont un retour cycle plus rapide, plusieurs rejets-frères pouvant produire à la suite. De plus, une légère fertilisation permet d'avoir des régimes normaux, le rendement global par pied étant assez élevé. En outre, les espacements des touffes permettent les cultures intercalaires qui contribuent à l'amélioration du rendement



de la parcelle. Pour le moment, ce système est largement valorisé dans les jardins de case où les bananiers reçoivent régulièrement les déchets organiques des ménages ainsi que dans les grandes plantations avec de faibles densités au démarrage, dans une optique de sécurisation des terres.

## ▮ L'innovation culturelle par la haute densité

La culture du plantain à haute densité est une innovation qui a émergé en Colombie à partir des années 1980 dans le cadre de conduite en monoculture. Le plantain est cultivé en haute densité ( $\geq 2500$  pieds/ha) non plus comme une culture pérenne suivie sur plusieurs cycles, mais comme une culture annuelle sur un cycle unique, suivi d'une replantation sur la même parcelle. Elle procède par la plantation échelonnée de blocs homogènes. Largement pratiquée en Amérique latine et dans les Caraïbes, cette innovation a été diffusée en Afrique de l'Ouest et du Centre, au cours des années 2000.

Pour le producteur, les avantages de la haute densité sont entre autres :

- l'augmentation importante du rendement et l'optimisation des coûts de production pour assurer une meilleure rentabilité ;
- une production ajustée à la demande grâce à la mise en œuvre d'une gamme de mesures allant de l'échelonnement de la plantation à la récolte du produit pendant les périodes de très forte demande et/ou de prix de vente élevé sur le marché ;
- un revenu complémentaire tiré du plus grand nombre de rejets disponibles utilisables en tant que matériel de plantation d'excellente qualité ;
- la réduction de l'incidence et de la sévérité de la maladie des raies noires et des parasites des racines et du sol, en raison de la modification de certaines conditions micro-environnementales (humidité et température) ;
- la réduction des risques de destruction des plantations (vent, tempête, inondation, etc.) grâce à l'échelonnement de la plantation ;
- un système de production intégrant les concepts de l'agriculture durable ou de l'agro-écologie à ceux de la production intensive tout en rationalisant les intrants.

### Choix de la densité de plantation et cultivars

La haute densité est de l'ordre de  $\geq 2500$  pieds/ha quelle que soit la variété de plantain. Le plafonnement est à 4000 pieds/ha.



Le poids des régimes est très proche de celui obtenu en système traditionnel, l'avantage étant que le tonnage obtenu avec la haute densité est largement supérieur par unité de surface.

D'après les essais, pour les grands cultivars, les meilleures densités sont entre 2 500 et 3 300 pieds/ha, selon la luminosité.

Pour les petits cultivars, les densités de culture peuvent être plus élevées que pour les grands cultivars : 4 000 plants/ha en bonnes conditions de lumière (zone caribéenne).

En zone moins lumineuse d'Amérique centrale et du Sud, il ne faut pas dépasser 3 200 plants/ha plantés en double sillon.

Les cultivars nains sont moins tolérants aux conditions défavorables et produisent les fruits plus petits que les grands cultivars, il leur faut donc de bonnes conditions de sol, de climat et de gestion.

### Densités et arrangements spatiaux

En haute densité, il existe de multiples combinaisons d'arrangements spatiaux en simple sillon ou double sillon. Les densités peuvent être adaptées selon les besoins et les préférences de chacun (tableau 4.6).



**Photo 4.2.**

Plantation de plantain en haute densité : 2 500 pieds/ha. © M. Kwa



**Tableau 4.6.** Densités et arrangements spatiaux pour haute densité. (D'après Rosales *et al.*, 2010).

Écartements	Surface par plant (m <sup>2</sup> )	Arrangement spatial	Densité de plantation (plants/ha)
2,0 m × 2,0 m	4,00	Simple sillon	2500
2,5 m × 1,6 m	4,00	Simple sillon	2500
2,75 m × 1,25 m	3,44	Simple sillon	2909
2,5 m × 1,30 m	3,25	Simple sillon	3077
3,0 m × 1,0 m	3,00	Simple sillon	3333
3,0 m × 2,0 m × 1,6 m	4,00	Double sillon	2500
3,0 m × 2,0 m × 1,4 m	3,50	Double sillon	2857
4,0 m × 1,0 m × 1,25 m	3,10	Double sillon	3200
3,0 m × 2,0 m × 1,2 m	3,00	Double sillon	3333
3,0 m × 2,0 m × 1,0 m	2,50	Double sillon	4000

## Innovations dans les systèmes de production

Les processus d'innovations techniques peuvent se définir comme des changements des itinéraires techniques et de mode de production. Ils résultent de la mobilisation complémentaire des capacités de formation, d'informations, d'apprentissages, d'expérimentation, de recherche et d'action collective (Faure *et al.*, 2018). Ils résultent aussi de l'élaboration de nouveaux intrants (variétés, engrais), équipements (transport, mécanisation, numérisation). Ainsi par exemple, les résultats de recherches participatives ont permis, par des expérimentations localisées, de définir des normes d'usages pour optimiser l'utilisation de ressources locales pour la fertilisation du bananier plantain (tableau 4.7).

On observe chez les paysans des pratiques de valorisation de la matière organique de sources diverses, à une échelle de proximité. En règle générale, les quantités utilisées sont faibles. Les agriculteurs peuvent se servir des innovations suivantes pour améliorer leurs performances grâce à une meilleure valorisation de la matière organique dans leurs exploitations. Elles ont été développées grâce au tandem chercheurs-agriculteurs, entre 2010 et 2014 dans différents bassins de production du plantain des pays suivants : Togo, Ghana, Bénin, Cameroun, Congo, République démocratique du Congo.

**Tableau 4.7.** Innovations performantes pour améliorer les pratiques de gestion de la fertilité. (Source : Kwa *et al.*, 2014)

Conditions de valorisation de ressources locales pour fertiliser le bananier plantain	Caractéristiques
1 La fiente de poule combinée à l'engrais minéral	5 kg fiente de poule dans le trou + engrais minéral (65 N+45 P+180 K+60 S) appliqué en surface/plant/cycle
2 La fiente de poule	1,5 à 10 kg fiente de poule /plant, en 3 apports
3 La crotte de chèvre	10 kg crotte de chèvre /plant en 3 apports
4 Les déjections de porcs	10 kg déjections de porcs /plant en 3 apports
5 Association arachide – plantain + enfouissement des fanes après récolte de l'arachide	Fanes d'arachides récoltées sur 6 m <sup>2</sup> enfouies autour du bananier
6 Association niébé – plantain + enfouissement des fanes après récolte du niébé	Fanes de niébé récoltées sur 6 m <sup>2</sup> enfouies autour du bananier, soit 300 g/pied
7 Les émondes de <i>Glyricidia sepium</i>	5 kg d'émondes non enfouies étalées autour du pied de bananier en 3 apports
8 Les émondes d' <i>Acacia auriculiformis</i>	10 kg d'émondes enfouies autour du pied de bananier en 1 fois
9 La parche de café	10 kg de parche de café dans le trou/plant au <i>planting</i> en 1 apport
10 Association niébé – plantain	5 lignes de niébé semées (50 × 50 cm) entre deux lignes de plantain (3 × 2 m)
11 Association <i>Cajanus cajan</i> – plantain	5 lignes de <i>C. cajan</i> semées (1 × 1 m) entre deux lignes de plantain (3 × 2 m)
12 La cabosse de cacao décomposée	10 kg de cabosse de cacao décomposée dans le trou/plant à la plantation
13 Les feuilles vertes de <i>Tithonia diversifolia</i>	8 kg de feuilles enfouies autour du plant en 4 apports
14 Les feuilles de <i>Tithonia</i> + insecticide (Terbuphos)	2 kg de feuilles enfouies autour du plant + 30 g d'insecticide
15 Les feuilles de <i>Tithonia</i> + engrais minéral	2 kg de feuilles enfouies autour du plant + 100 g NPK

Afin de documenter les conditions d'une intensification durable des systèmes de production paysans, il est nécessaire d'analyser les conditions d'adoption des innovations et de leur impact. Ces études permettent de cibler les besoins de formation pour renforcer les



capacités d'expérimentation des agriculteurs et de mettre à leur disposition les ressources nécessaires pour faciliter leur appropriation des nouvelles technologies.

L'intensification des systèmes de production du plantain résulte de la convergence entre l'évolution des contraintes socio-économiques et techniques que rencontrent les agriculteurs (variables selon les localisations), les incitations créées par les politiques publiques, les entreprises et les propositions des institutions de recherche.

## ▮ Des systèmes de production dominants extensifs

Une partie de la production de plantain est produite sur les fronts pionniers (culture du sous-étage forestier ou pour ombrage des jeunes plantations de cacaoyers). Les systèmes de production dominants y sont encore très « extensifs » au regard de la faible utilisation d'intrants de synthèse (pesticides, engrais) et d'une faible intensité du travail à l'hectare. En prenant pour indicateur une parcelle de monoculture, les référentiels technico-économiques montrent des rendements moyens de 4 à 7 t/ha dans les bassins de production en Afrique et dans les Caraïbes (Temple, 1995; 2015). Pourtant, les limites techniques de production se situent en station de recherche autour de 30 à 45 t/ha voire plus (Kwa *et al.*, 2003). Une explication à ce caractère extensif est la « bonne » productivité économique du travail (par comparaison avec les systèmes intensifs) dans des itinéraires techniques fondés sur la valorisation des ressources naturelles (fertilité, absence de parasites). Dans un contexte de petite agriculture familiale, de faible pression démographique, de faible recours aux financements (faiblesse des revenus et inexistence du crédit rural) pour acquérir des intrants, les agriculteurs valorisent le facteur de production le plus disponible (par rapport au capital), c'est-à-dire le travail. La faiblesse des rendements peut s'expliquer selon les situations par différentes raisons :

- choix de variétés à faibles rendements mais recherchées pour leurs qualités organoleptiques spécifiques, leur importance culturelle ;
- faibles densités dans les parcelles en monoculture récemment mises en valeur en forêt, où le sol est encombré suite à l'abattage des arbres ; ou bien cacaoyères arrivant à maturité où le plantain devient résiduel ;
- impacts des maladies, du parasitisme tellurique, et importance des pertes au champ liées à des chutes provoquées surtout par le vent ;
- faible usage d'intrants chimiques (engrais, pesticides,...) dans des petites structures de production familiales soumises à de fortes contraintes de trésorerie.





## Encadré 4.1 Mode de plantation dans le sud-Cameroun

Dans le sud du Cameroun, les systèmes de cultures vivriers sont regroupés sous l'appellation «*Afub bibi*» ou le «champ de nourriture» ou le système «*esep*», c'est-à-dire «une parcelle de front pionnier». C'est donc un champ de défriche brûlis dans une forêt primaire ou une jachère très âgée. Le plantain sert de culture de mise en valeur de la forêt. Sa culture après défriche est justifiée par la facilité de mise en place (simple trouaison, ne nécessitant pas un grand travail du sol avant la plantation). Par ailleurs, le bananier supporte bien un léger ombrage qui bloque le développement d'adventices. Le bananier est planté six mois après le brûlis en association parfois avec du *ngon* (une cucurbitacée encore appelée «pistache»). La pratique du brûlis diminue les temps de désherbage et de débroussaillage nécessaires à la future plantation potentielle de cacaoyer. Dans certains cas, à la fin du cycle de ce champ (trois ans), on plante de l'arachide et on «abandonne» progressivement la bananeraie qui sert de lieu de prélèvement des rejets (pépinière naturelle).

## ■ Trajectoire d'intensification de la fonction de production

Lorsque la contrainte foncière (pression démographique, concentration des terres) augmente, les durées de jachères deviennent inférieures à quatre ou cinq ans et les performances économiques des systèmes extensifs diminuent. Les conditions pour une intensification peuvent se déclinier en plusieurs trajectoires.

**Une intensification écologique en travail.** Elle se réalise alors par des adaptations techniques (gestion des jachères, buttage, tuteurage des bananiers), des rotations et des associations culturales nouvelles. Ces améliorations techniques maintiennent la productivité du travail (par rapport au système extensif) malgré la diminution de la fertilité initiale des sols. Dans cette intensification souvent gérée par les femmes, le système de culture se complexifie avec d'autres productions vivrières sans recours à des pesticides ou engrais chimiques. La densité de bananiers peut diminuer au bénéfice d'autres productions alimentaires.

**Une trajectoire d'intensification par la monoculture.** Les rendements augmentent par accroissement des densités de plantation, ou grâce à une meilleure technicité dans la conduite spécialisée du bananier. Malheureusement, cette intensification se traduit aussi par un accroissement des pressions phytosanitaires : maladies des raies noires, nématodes et charançons, ce qui conduit à l'usage croissant de pesticides et d'engrais chimiques si on veut pérenniser la culture sur les



mêmes terres. Cette trajectoire favorise également l'évolution vers des plantations monospécifiques (une seule variété) qui standardisent et optimisent le recours croissant aux intrants chimiques. Elle est performante sur le plan productif mais génère de nombreuses controverses liées aux externalités environnementales et sociales.

Entre ces deux trajectoires, la mise au point de nouveaux matériels de plantation (vivoplants, vitroplants), de nouveaux bio-pesticides et de biofertilisants, valorisant des ressources locales (parche, rafles de palmiers, fientes de poules, cabosses séchées de cacao, etc.), de nouvelles variétés et des associations culturales, pourra générer des situations d'intensification intermédiaires qu'il convient d'expérimenter, et de valider à partir des conditions locales de production.